



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för livsmedelsvetenskap

Mörningsprocessen i nötkött och en kartläggning av mörningsmetoder i praktiken

The aging process in beef and an overview
of aging methods in practice

Erica Karlsson

Självständigt arbete • 15hp • Grundnivå, Agronomprogrammet livsmedel

Institutionen för Livsmedelsvetenskap
Swedish University of Agricultural Sciences

Department of Food Science

Publikation nr 328
Uppsala 2011

Universitet

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), institutionen för livsmedelsvetenskap

Författare

Erica Karlsson

Titel

Mörningsprocessen i nötkött och en kartläggning av mörningsmetoder i praktiken

Engelsk titel

The aging process in beef and an overveiw of aging methods in practice

Nyckelord

Nötkött, ätkvalité, våtmörning, torrmörning

Key words

Beef, eating quality, wet aging, dry aging

Handledare

Professor Kerstin Lundström – Sveriges lantbruksuniversitet – Inst. för Livsmedelsvetenskap, kött- och fiskkvalitet – Box 7051, 750 07 Uppsala – E-post: kerstin.lundstrom@slu.se

Examinator

Docent Lena Dimberg– Sveriges lantbruksuniversitet – inst. för Livsmedelsvetenskap, växtproduktlära- E-post: lena.dimberg@slu.se

Kurstitel:

Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap

Kurskod

EX0669

Program

Agronomprogrammet- livsmedel

Omfattning

15 högskolepoäng (hp)

Nivå och fördjupning

Grund C, G1E

Utgivningsort

Uppsala

Utgivningsår

2011

Serienamn, no: Publikation / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, 328

Elektronisk publicering:

<http://stud.epsilon.slu.se>

Förord

För mig är intresset stort för hela produktionskedjan av nötkött och jag vill därför få så mycket kunskap som möjligt inom ämnet. Det är otroligt roligt att jag fick chansen att genomföra min kandidatuppsats inom ämnet. Idén till denna studie väcktes då jag talades vid med Maria Lundesjö Ahnström samt Kerstin Lundström som gjorde detta intressanta kandidatarbete möjligt.

Denna studie är ett självständigt arbete i livsmedelsvetenskap. Den har skrivits på Institutionen för Livsmedelsvetenskap vid avdelningen för kött- och fiskkvalitet vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Arbetet är skrivet inom huvudämnet livsmedelsvetenskap på C-nivå. Arbetet har utförts genom litteraturstudier samt intervjuer.

Jag vill tacka de personer och företag som ställt upp på intervjuer och som bidragit till mycket intressanta fakta för fortsatt forskning inom området. Ett särskilt stort tack vill jag ge Kerstin Lundström som varit min handledare under de tio veckor som arbetet pågått och som bidragit med sin goda kunskap och bra idéer under arbetets gång.

Sammanfattning

Studiens syfte var att genom litteraturstudier undersöka mörningsprocessen i nötkött samt studera hur vakuummörning, hängmörning samt mörning i Tublin mörningspåse påverkar nötköttets ätkvalité. Studien innefattar också intervjuer där syftet med dessa var att kartlägga vilka mörningsmetoder som idag tillämpas hos svenska småskaliga slakterier/styckningsanläggningar.

Av det nötkött som idag produceras i Sverige är variationen i kvalité stor. Konsumenten kan därför inte garanteras ett nötkött med liknande egenskaper vid varje inköpstillfälle, trots att köttet kommer från samma typ av styckningsdetalj. För att kunna konkurrera med den ökade importen av nötkött är det viktigt att svenskt kött håller hög och jämn kvalité. Köttkvalité påverkas av en mängd faktorer och är därför inte helt enkelt att förklara. För att uppnå hög och jämn kvalité krävs ansvar från uppfödning av djur till hantering efter slakt. Köttkvalité tolkas dessutom olika beroende på vem du frågar. För konsumenten anses dock den sensoriska kvalitén, ätkvalitén, vara av störst betydelse. Den bestäms av samspelet mellan mörhet, saftighet och smak.

Intresset för att förbättra nötköttets sensoriska egenskaper är stort. För att kunna erbjuda ett svenskt nötkött av hög och framförallt jämn ätkvalité krävs optimering av nötköttets behandling efter slakt. Olika koncept utnyttjas dock inom branschen för att uppnå detta. Mörningstid och mörningsmetod är två väl diskuterade parametrar som påverkar köttets slutliga egenskaper.

Vakuummörning är idag den vanligaste mörningsmetoden medan intresset för traditionell hängmörning har ökat de senaste åren. Hängmörat kött saluförs idag ofta som en garanti för att köttet är mörkt, smakrik och saftigt. Hängmörat kött säljs framförallt i välsorterade livsmedelsbutiker. Vakuum- och hängmörning har sina för- och nackdelar. För att kombinera det bästa av de två metoderna finns en relativt nyutvecklad metod, mörning i Tublin mörningspåse. Påsen innehåller porer som möjliggör syre att tränga in samtidigt som påsen utgör ett skydd som minskar risken för mikrobiell kontaminering. Genom att köttet får möras i en aerob miljö uppnås samma karakteristiska aromer och smaker som vid traditionell hängmörning. Metoden tillämpas ännu inte på den svenska marknaden men skulle däremot kunna underlätta produktionen av svenskt kvalitetskött. Genom att optimera mörningsmetoder i Sverige skulle svenskt nötkött förhoppningsvis kunna hålla en mer jämn ätkvalité, vilket säkert skulle öka konsumtionen av svenskt nötkött.

Nyckelord: nötkött, ätkvalité, våtmörning, torrmörning

Abstract

The objective of this study was to give a literature overview about the aging process in beef and study how wet aging (vacuum), traditional dry aging and dry aging in a bag highly permeable to water vapour influence the eating quality of beef. The study also contains interviews to get an overview of the aging methods that are used in the Swedish meat industry today.

The variation in quality of Swedish beef is a big problem. The consumer cannot be guaranteed an equable quality. To compete with the imported meat, it is important to achieve a high and even quality of the Swedish beef. Meat quality is affected by different factors and is because of that difficult to anticipate. The whole beef industry, from the cattle production to handling with meat after slaughter, has to take responsibility to achieve high and even quality of Swedish meat. Meat quality is a diffuse word with different meaning depending on whom you ask. The eating quality of beef is due to interaction between tenderness, juiciness and flavour.

Different concepts are used in the Swedish beef industry to achieve high quality. However, the Swedish beef industry has an interest to improve the eating quality of Swedish beef. To supply the Swedish consumers with high and equable quality of Swedish beef, optimization of handling after slaughter is of importance. Aging method and aging time are two parameters of great importance to achieve a beef with a final high eating quality

There are two methods of aging: wet aging (vacuum), which is the most common method, and dry aging. The interest has increased in traditional dry aging the last years. Dry aging of beef is often used to produce meat of high quality and this meat is often sold in stores with only high quality products. There are advantages and disadvantages with both aging methods. To combine the positive factors with both wet and traditional dry aging there is a new developed method, aging in a bag highly permeable to water vapour called Tublin. The method is a dry aging method but is yet not used within the Swedish beef industry. This method would probably make it easier to produce Swedish beef of high quality. Through optimization of aging methods in Sweden, the quality of Swedish beef would hopefully be more equable, which should increase the consumption of Swedish beef.

Keywords: Beef, eating quality, wet aging, dry aging

Innehållsförteckning

1.	Introduktion	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syft	2
1.3	Material och metod.....	2
1.4	Avgränsning och målgrupp.....	2
2.	Litteraturstudie	3
2.1	Muskelstruktur	3
2.1.1	Bindväv	3
2.1.2	Fett	4
2.2	Från muskel till kött.....	4
2.3	Mörningsprocessen.....	5
2.4	Mörningstid	6
2.5	Köttkvalité	6
2.5.1	Sensorisk kvalité - ätkvalité	6
2.6	Mörningsmetoder	7
2.6.1	Våtmörning - vakuummörning	7
2.6.2	Torrmörning - traditionell hängmörning.....	8
2.6.3	Torrmörning - Tublin mörningspåse.....	10
3.	Kartläggning av mörningsmetoder i praktiken.....	12
3.1	Intervjuer av småskaliga slakterier/styckningsanläggningar	12
3.1.1	Resultat från kartläggning av vilka mörningsmetoder som tillämpas	13
3.1.2	Resultat av intervjuer	14
4.	Diskussion	15
5.	Slutsats	18
	Referenser	19
	Bilagor	24

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

Marknaden erbjuder idag ett stort utbud av nötkött. Svenskt nötkött konkurrerar med importerat nötkött i butikshyllorna. Det importerade nötköttet håller ofta en jämn ätkvalité enligt konsumenten, något som svenskt nötkött mer sällan gör. Nötköttets ätkvalité bestäms av samspelet mellan mörhet, saftighet och smak, det vill säga den sensoriska kvalitén. Variationen av ätkvaliteten på nötkött har bland annat naturliga förklaringar som exempelvis ras, kön och ålder. Variationen är generellt stor mellan de djur som levereras till svenska slakterier, vilket bidrar till svårigheter att uppnå en jämn kvalitet på köttet (Pers. medd., M. Lundesjö Ahnström, 2010). Svenskt nötkött uppvisar stor variation främst när det gäller mörhet mellan olika djur, även om köttet kommer från samma styckningsdetalj. Konsumenten kan därmed inte garanteras en jämn ätkvalité av den styckningsdetalj man inhandlar, vilket kan vara en bidragande orsak till minskad försäljning av svenskt nötkött.

Det finns ett stort intresse att förbättra nötköttets kvalitet inom branschen. Genom att förbättra de mörningsmetoder som idag tillämpas på svenska slakterier och styckningsanläggningar finns det förhoppning om att kunna uppnå en mer jämn kvalitet av svenskt nötkött. Genom förbättrade mörningsmetoder finns det också möjlighet att kunna erbjuda köttproducenter, slakterier och styckningsanläggningar förbättrad rådgivning för att underlätta produktionen av svenskt kvalitetskött. Genom att optimera behandlingen av nötkött efter slakt finns det också större chans att svenskt nötkött framgångsrikt kan konkurrera med importerat nötkött, så att både kvalitet och den ekonomiska lönsamheten för företag inom branschen förbättras.

Mörning är något som krävs för att uppnå ett nötkött med hög ätkvalité. Idag tillämpas ett antal olika mörningsmetoder av nötkött i Sverige, men det råder diskussion om hur mörning av svenskt nötkött bör ske optimalt. Främst utnyttjas vakuummörning och hängmörning eller en kombination av dessa två metoder. Vakuummörning, även kallad våtmörning, är den vanligaste formen av mörning och innebär att slaktkroppen styckas 1-2 dagar efter slakt och därefter förpackas styckningsdetaljer i vakuumpåsar. De förvaras i påsen tills vidare förädling alternativt fram till slutkonsument. Hängmörning är en traditionell metod som på senare tid tillämpas allt oftare. Metoden är en typ av tormörning som idag utnyttjas av flertalet slakterier och styckningsanläggningar för att uppnå ett kött med hög kvalitet. De två metoderna bidrar till effektiv mörning men kan samtidigt ha negativ påverkan på köttets ätkvalité (köttsmak, saftighet samt mörhet). Mörning av nötkött i Tublin mörningspåse är en relativt nyutvecklad metod. Metoden innebär att kött tormöras samtidigt som köttet skyddas av en plast. Porer i plastpåsen gör det möjligt för vätska att diffundera ut. Metoden gör det möjligt att producera tormörat nötkött med samma karakteristiska aromer som vid hängmörning, samtidigt som risken för kontaminering och förskämning av köttet reduceras.

1.2 Syft

Studiens syfte var att genom litteraturstudier undersöka mörningsprocessen i nötkött samt hur vakuummörning, hängmörning samt mörning i Tublin mörningspåse påverkar nötköttets ätkvalité. Studien innefattar också intervjuer där syftet med dessa var att kartlägga vilka mörningsmetoder som idag tillämpas hos svenska småskaliga slakterier/styckningsanläggningar.

Detta är en delstudie av en mer omfattande studie som pågår på Institutionen för Livsmedelsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. Målet med studien är att optimera behandlingen av nötkött efter slakt så att svenskt nötkött framgångsrikt kan konkurrera med importerat nötkött. Förhoppningen med studien är att den optimala behandlingen ska kunna förbättra både köttkvaliteten och lönsamheten. Kartläggningen av svenska småskaliga slakterier/styckningsanläggningars tillämpning av mörningsmetoder i denna studie, gjordes för att få mer kunskap om hur branschen går tillväga idag för att producera ett nötkött med hög kvalitet.

1.3 Material och metod

Denna uppsats innefattar en litteraturstudie över tre mörningsmetoder som tillämpas vid mörning av nötkött och hur de påverkar nötköttets kvalitet. Vid insamling av material har bibliotekets tillgängliga databaser vid SLU utnyttjats. Studien är i huvudsak baserad på vetenskapliga artiklar men också examensarbeten inom ämnet samt internetsidor med säkra källor. De databaser som främst utnyttjats är Scopus och ISI Knowledge. För att återge uppdaterad och relevant fakta inom ämnet valdes främst artiklar från år 2000 och senare.

Studien innefattar också intervjuer. De gjordes med nio svenska småskaliga slakterier/styckningsanläggningar spridda över landet genom personliga besök men också via telefon- och mailkontakt. Den person som intervjuades har kvalitetsansvar på företaget. Slakterierna/styckningsanläggningarna valdes utifrån att de påträffats på Östermalms saluhall, Kajsa Varg och Hötorgshallen i Stockholm, där högkvalitativt nötkött saluförs. Utöver dessa intervjuades företag som det funnits en etablerad kontakt med sedan tidigare. Intervjufrågorna formulerades lika för respektive intervjuperson, se Bilaga 1.

1.4 Avgränsning och målgrupp

För att avgränsa studien baseras den på tre mörningsmetoder; vakuummörning, hängmörning och torrmörning i Tublin mörningspåse. Studien avgränsas också till nötkött, men många delar i studien kan också tillämpas på kött från andra djurslag.

Studien riktar sig framför allt till studenter med livsmedelsinriktning och nötköttsproducenter som har intresse av att förbättra sina kunskaper om mörningsprocessen i nötkött samt olika mörningsmetoders betydelse för nötköttets kvalitet. Kartläggningen av vilka mörningskoncept som tillämpas på svenska företag inom branschen riktar sig dock främst till Institutionen för Livsmedelsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala för fortsatt forskning inom ämnet.

2. Litteraturstudie

Omvandlingen av muskler till kött är en komplex process. Olika faktorer påverkar den slutliga köttkvaliteten. Faktorer före, under och efter slakt påverkar köttets slutliga egenskaper. Det är viktigt med kunskap och ansvar i alla led för att kött med god kvalité ska uppnås. Mörhet är den kvalitetsparameter som visat sig vara av störst betydelse för konsumenten. Detta har lett till att köttindustrin idag tillämpar diverse metoder för att handeln ska kunna erbjuda konsumenten ett mörkt kött. För att förstå hur olika metoder påverkar köttkvaliteten är det viktigt att ha förståelse om muskelns uppbyggnad och funktion samt hur muskeln omvandlas till kött.

2.1 Muskelstruktur

Muskelns främsta uppgift är att ge upphov till muskelkontraktioner som resulterar i arbete. Skelettmuskeln, som är huvudkomponenten i kött, byggs upp av flera muskelfibrer, där varje enskild fiber är en muskelcell (Sjaastad *et al.*, 2010). Grupper av muskelfibrer utgör muskelfiberbuntar och muskeln är i sin tur uppbyggd av många sådana muskelfiberbuntar. En muskelfiber består av cylinderformade myofibriller som löper genom fibern. Myofibriller består av ett upprepat parallellt mönster av myofilamenten aktin (tunna filament) och myosin (tjocka filament) som är proteinstrukturer. Den minsta enheten i detta mönster kallas sarkomer. En sarkomer avgränsas av Z-band som också de är uppbyggda av proteiner (Haug *et al.*, 1998). Vid kontraktion av muskeln förskjuts myofilamenten i förhållande till varandra och en överlappning av aktin och myosinfilamenten sker. Z-banden dras samtidigt mot varandra vilket leder till att sarkomeren förkortas i samband med kontraktion (Sand *et al.*, 2004). Vid kontraktion frisätts kalciumjoner som svar på en nervimpuls (Warriss, 2000), vilka binder till proteinmolekyler som i avslappnat tillstånd täcker bindningställen för myosin på aktinfilamenten. Det medför att aktinfilamenten blottläggs och aktin kan binda till myosin (Sand *et al.*, 2004). Sarkoplasmatiska proteiner som återfinns i cellvätskan runt varje myofibrill utgörs av enzymer, antikroppar och hormoner. I vätskan finns också myoglobin som bidrar till cellvätskans röda färg (Lawrie & Ledward, 2006). Muskelfibers cytoskelett byggs upp av ett antal proteiner, bland annat tropomyosin, troponin, nebulin, titin och desmin (Warriss, 2000). Cytoskelettet sørjer för att sarkomerens struktur upprätthålls (Boateng & Goldspink, 2007). Muskelvävnad består av cirka 75 % vatten och 20 % protein. Resterande 5 % utgörs av fett, glykogen samt mineraler (Warriss, 2000).

2.1.1 Bindväv

Bindväv omger varje muskelfiber och byggs upp av strukturella proteiner, kollagen och elastin, dock främst kollagen (Sand, 2004). Korsbindningar mellan kollagenmolekylerna ger bindväven dess rigida struktur. Med stigande ålder blir korsbindningarna mer stabila samtidigt som diametern av kollagenfibrillerna ökar (Ahnström, 2006). Bindvävsinnehållet varierar mellan olika muskler och påverkar därmed texturen hos köttet (Warriss, 2000). Bindväv bidrar till muskelns naturliga seghet (Koohmaraie *et al.*, 2002), medan skillnaden i bindvävsinnehåll är orsak till variationen i mörhet mellan olika muskler (Warriss, 2000; Jeremiah *et al.*, 2002; King *et al.*, 2003). Art, kön och ålder påverkar andelen bindväv hos ett djur (Albrecht *et al.*, 2006). Handjur samt äldre djur har generellt större andel bindväv (Ahnström, 2008).

2.1.2 Fett

Fett förekommer i tre olika former på slaktkroppen. Intramuskulärt, intermuskulärt samt underhudsfett (Aldai *et al.*, 2007). Intramuskulärt fett omger myofibrillerna och de större muskelfiberbuntarna. Det är väl känt att intramuskulärt fett utvecklas under senare delen av djurets mognad, fettandelen ökar därmed med stigande ålder. Andelen intramuskulärt fett (marmorering) skiljer sig mellan raser, kön, ålder, muskeltyp och utfodringsintensitet (Hocquette *et al.*, 2010). Enligt Hocquette *et al.* (2010) beror också marmoreringen på muskeltillväxten. Djur med hög tillväxtaktivitet, exempelvis tjurar, påvisar generellt sett mindre marmorering. Det intramuskulära fettet har enligt studier associerats med bättre köttsmak och saftighet. Marmorering är för många en viktig och positiv kvalitetsparameter, bland annat i Asien och Nordamerika (Hocquette *et al.*, 2010). För konsumenter i Europa är det dock fortfarande relativt ointressant med marmorerat kött (Ngapo *et al.*, 2007; Hocquette *et al.*, 2010)

2.2 Från muskel till kött

Hos levande djur omvandlas glukos och fria fettsyror från blodet, eller glykogen lagrat i musklerna, till energi i form av ATP vid tillgång på syre. Vid anaeroba förhållanden bildas mjölksyra, vilket bidrar till en mindre mängd producerad ATP (Berg *et al.*, 2006). Efter slakt finns fortfarande ett energibehov hos musklerna men då djuret avblodats och syre saknas kan muskeln inte tillgodoses med energi via aerob metabolism. Efter slakt kan ATP fortfarande bildas från glykogen i muskeln, men på grund av avsaknad av syre produceras mjölksyra, vilket resulterar i en pH-sänkning i muskeln (Warriss, 2000). Då återstående ATP i muskelfibern förbrukats samtidigt som cellernas möjlighet till produktion av ny ATP upphör, inträder rigor mortis, likstelhet (Warriss, 2000). Vid rigor mortis låses bindningen mellan aktin och myosin, vilket innebär att muskeln blir stel och muskelns förmåga till avslappning upphör (Lawrie & Ledward, 2006). Aktomyosin formas och bindningen förblir permanent (Hedrick *et al.*, 1993; Warriss, 2000).

Rigor mortis inträder olika snabbt i olika muskler och processen är helt beroende av ATP-tillgången (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Hur snabbt ett djur inträder i rigor mortis beror främst på glykogenhalten i musklerna vid slakt (Lawrie & Ledward, 2006), vilken kan påverkas av en rad faktorer som exempelvis stress hos djuret före slakt (Hedrick, 1993). Typen av muskelfibrer påverkar också utvecklingen av rigor mortis. Nöt har en stor andel röda muskelfibrer vilket förlänger utvecklingen. Vita muskelfibrer som hos exempelvis fågel, bidrar till snabbare förlopp av rigor. (Warriss, 2000).

Efter slakt (*postmortem*) sker en rad reaktioner i muskeln och i samband med detta omvandlas muskeln till kött. pH-sänkningen i muskeln resulterar i denaturering av muskelns proteiner och en mörningsprocess inleds. Ett lågt pH påverkar bland annat köttets vattenhållande förmåga (Honikel *et al.*, 1983). Förmågan att binda vatten förloras vid proteindenaturering. pH-förändringen påverkar också färgintensiteten hos köttet (Lindahl *et al.*, 2005). Avståndet mellan myofibrillerna är pH-beroende vilket påverkar ljusets spridning i muskeln. Muskelns färgintensitet reduceras vid en pH-sänkning då infallande ljus reflekteras annorlunda. Köttets vattenhållande förmåga samt köttets färg är viktiga kvalitetsparametrar som påverkas (Lagerstedt, 2011). Köttets slutliga pH påverkas av en rad faktorer som exempelvis temperatur (Savell *et al.*, 2004), glykogenhalt i muskeln (Lawrie & Ledward, 2006) samt hastigheten av pH-sänkningen. Den sura miljön gör att pH sjunker från normalt pH 7, till ultimt pH omkring 5,5 -5,7 (Ahnström, 2008).

För att accelerera rigors inträde utnyttjas elstimulering. En elektrisk ström får passera slaktkroppen, vilken gör att musklerna förbrukar återstående energi och rigor inträder snabbare (Gessink *et al.*, 2000). Ett snabbare pH-fall uppnås och mörningsprocessen inleds därmed tidigare än normalt. En tidig inledning av mörningsprocessen har visat sig påverka köttets slutliga mörhet positivt (Hedrick *et al.*, 1993).

Muskeltemperaturen vid rigor mortis inträde har stor inverkan på graden av kylsammandragning. En temperatur runt 15°C vid inledning av rigor minskar risken för kylsammandragning, medan lägre temperaturer ökar risken (Hedrick, 1993). Vid låga temperaturer har muskelfiberns kalciumpump försämrad funktion, vilket leder till att kalcium strömmar ut och orsakar kraftig muskelkontraktion (Botha *et al.*, 2008). Kylsammandraget kött är i princip omöjligt att möra (Devine *et al.*, 2008). För att förhindra kylsammandragning bör inte muskeltemperaturen understiga 10°C innan pH nått 6 (Savell *et al.*, 2004). Elstimulering är ett sätt att förhindra att kraftig kontraktion sker vid hård kylning av slaktkroppen (Hedrick *et al.*, 1993). På grund av att ATP i muskeln förbrukats och att risken för kylsammandragning reducerats kan kroppen också kylas snabbare (Warriss, 2000; Savell *et al.*, 2004).

Vid rigors inträde bildas starka permanenta överlappningar mellan aktin och myosin (Warriss, 2000). För att minimera de starka permanenta överlappningarna och för att uppnå ett mört kött är det viktigt att muskelsarkomererna sträcks vid inträdet av rigor (Warriss, 2000; Bayraktaroglu & Kahraman, 2010). Hängning av slaktkroppen i bäckenet bidrar till att sträckning av flera muskler i bakdelen och ryggen uppnås (Ahnström, 2008). Denna metod tillämpas dock sällan i Sverige. Hängning i akillesenan är den vanligaste hängningsmetoden. Den gör dock att bakdelen och ryggens muskler drar ihop sig. Detta i kombination med att ryggen svankar ger kortare sarkomerer i vissa muskler. Sträckta sarkomerer kan hålla mer vatten (Honikel *et al.*, 1985) och köttet blir mörare (Ahnström, 2008). Kontraktionsgraden vid rigor mortis inträde är av stor betydelse för köttets slutliga mörhet.

2.3 Mörningsprocessen

En rad olika faktorer påverkar effekten av mörning hos kött. Ras, ålder, kön och foder är djurrelaterade faktorer (Campo *et al.*, 1998; Monson *et al.*, 2005; Lawrie & Ledward, 2006). Faktorer efter slakt som exempelvis graden av muskelsammandragning, temperatur under mörning samt mörningsmetod och mörningstid påverkar också mörningens resultat (Ahnström, 2008). pH-sänkningen efter slakt och temperaturen under kylning har också stor inverkan på köttets slutliga mörhet (Savell *et al.*, 2004).

Mörning är en mycket viktig process då den i stor grad påverkar konsumentens helhetsintryck av köttets kvalitet (Campo *et al.*, 1999). Under mörningsperioden ökar köttets mörhet och köttsmaken utvecklas, vilket höjer kvalitén på köttet (Mitchell *et al.*, 1991).

Efter rigor mortis fortlöper naturliga mörningsprocesser i muskeln. Mörning är en komplex process där myofibrillära proteiner samt dess associerande proteiner spjälkas av musklernas egna enzymer (Warriss, 2000). Proteinstrukturer som exempelvis desmin, nebulin och titin spjälkas (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Nedbrytning av dessa proteiner orsakar försvagning av myofibrillerna vilket leder till mörning av kött (Kohmaraie *et al.*, 2002). Nedbrytning av aktomyosin sker dock inte i mörningsprocessen, den bindningen kvarstår (Warriss, 2000). Calpainsystemet är enligt bland annat Veiseth (2003) och Weaver (2009) det proteolyssystem som har störst betydelse i den komplexa mörningsprocessen.

Calpainsystemet bygs upp av proteiner. Proteolys med calpainsystemet aktiveras av kalcium (Brulé *et al.*, 2010). Mörningsprocessen har visat sig ge små effekter på köttets bindväv. Under en längre mörningstid kan man dock se små strukturella förändringar av bindväven (Warriss, 2000). Korslänkar mellan kollagenmolekyler i bindväv har visat sig spjälkas av muskelns enzymesystem, vilka har större betydelse för att köttet ska bli segt än totala andelen bindväv (Field *et al.*, 1996). Spjälkningen av myofibrillära proteiner har troligen störst effekt på mörning av kött (Kohmaraie *et al.*, 2002).

2.4 Mörningstid

Mörningstid är den tid enzymesystemet har möjlighet att spjälka muskelns proteiner och i mindre utsträckning även bindväv för att uppnå ett mörare kött. Mörningstiden är en faktor av stor betydelse för den slutliga köttkvaliteten (Sierra *et al.*, 2010). Generellt gäller att ju längre tid köttet möras, desto mindre blir variationen i mörhet. Mörningstiden kan också kompensera för många andra kvalitetsfaktorer som exempelvis hängningsmetod (Österberg, 2001; King, 2009), ras (Monson *et al.*, 2005) och kön (Enfält *et al.*, 2004). Temperatur har betydelse för mörningshastigheten. Generellt gäller att mörningshastigheten ökar 2,5 ggr/ 10°C ökning av temperaturen (Warriss, 2000). Kött som får möras vid låg temperatur tar därför längre tid på sig att bli mört. En långsam mörningsprocess rekommenderas för bra mörhet. Branschorganisationen Kött- och charkföretagen har gått ut med en rekommenderad mörningstid. Allt nötkött bör enligt dem möras minst sju dagar innan det säljs till konsument (Pers. medd., Å. Rutegård, 2011). Nötkött är ingen färskvara utan bör konsumeras efter en tids mörning för att ätkvaliteten ska upplevas positiv. Sensoriska egenskaper som mörhet, saftighet och köttsmak har visat sig påverkas positivt av en längre mörningstid (Sitz *et al.*, 2006).

2.5 Köttkvalité

Köttkvalité speglar många olika aspekter och har en ganska diffus definition. Köttproducenten, livsmedelsindustrin eller konsumenten har olika syn på köttkvalité. Producenten önskar bra slaktkroppssammansättning (proportionen muskler, fett och ben), industrin ett högt processutbyte, medan köttkvalité för konsumenten främst handlar om sensoriska egenskaper hos köttet. Köttkvalité är ett samlat begrepp som innefattar både produktionskvalité och produktkvalité. Etiska, miljö och ekonomiska aspekter är exempel på vad som bidrar till produktionskvalité. Medan sensorisk, näringsmässig och hygienisk kvalité är exempel på faktorer som styr produktens kvalité. Pris, marmorering (Killinger *et al.*, 2004) och ursprung är andra viktiga kvalitetsfaktorer för konsumenten.

2.5.1 Sensorisk kvalité - ätkvalité

Konsumenten bedömer oftast kött utifrån hur välsmakande det är, den sensoriska kvalitén (Warriss, 2000). Flera studier har visat att köttkvalité för konsumenten är ett samspel mellan köttets sensoriska egenskaper mörhet, saftighet och köttsmak (Kohmaraie *et al.*, 2002; Killinger *et al.*, 2004). Miller *et al.* (2001) och Killinger *et al.* (2004) visar i sina studier att mörhet är den parameter som är viktigast för konsumenten. Miller *et al.* (2001) bekräftar i sin studie att saftighet och smak av köttet har stor inverkan på konsumentens helhetsintryck i de fall köttets mörhet är låg.

Då varken mörhet, saftighet eller köttsmak är synliga attribut i butiken, blir också köttfärg en viktig kvalitetsparameter för konsumenten (Lagerstedt *et al.*, 2011). Köttfärg är en synlig parameter men säger dock inte mycket om köttets sensoriska egenskaper (Risvik, 1994).

Normalt är det liten variation mellan egenskaperna saftighet och köttsmak hos nötkött. Därför har en minskning av variationen i mörhet stor inverkan på köttets totala variation i ätkvalité (Koohmaraie *et al.*, 2002). Fettinnehållet i muskeln har visat sig kunna ha betydelse för mörheten av köttet samt för smak och saftighet. Killinger *et al.* (2004) fann i sin studie att då kött med samma mörhet jämförs har det intramuskulära fettet betydelse för valet av kött. Konsumenten föredrar då ett marmorat kött eftersom saftighet, köttsmak och helhetsintrycket av köttets smaklighet blir positivt.

De sensoriska egenskaperna hos kött påverkas bland annat av ras, ålder och kön. Kvigor och stutar är i allmänhet mörare än tjurar. Kvigor är ofta mer marmorade än stutar vilket är positivt för köttets ätkvalité (Pers. medd., M. Lundesjö Ahnström, 2010). Mörhet är den kvalitetsfaktor som tenderar att variera i störst utsträckning och enligt Ahnström (2010, pers. medd.) är förekomsten av segt kött främsta orsaken till missnöje hos konsumenten.

Rått kött har generellt lite smak. Den karakteristiska smaken av nötkött utvecklas under lagring och upphettning. Vid upphettning är det främst köttets fett som har betydelse, framförallt fosfolipider. Köttets fett är också viktigt då flertalet flyktiga föreningar som bildas vid upphettning är fettlösliga (Warriss, 2000). Warriss (2000) beskriver också Maillard-reaktionens påverkan på köttsmak och arom. I reaktionen reagerar till en början en karboxylgrupp med en aminogrupp, därefter följer flertalet reaktioner som resulterar i diverse smaks substanser som ger kött dess karakteristiska smak.

För att få en helhetsbild av köttets sensoriska egenskaper utnyttjas i forskningsprojekt ofta en sensorisk testpanel, som är en vetenskaplig metod. Med hjälp av en panel kan för och nackdelar av olika mörningsmetoder bestämmas (Warriss, 2000).

2.6 Mörningsmetoder

För att uppnå ett mört nötkött har mörningstiden stor betydelse. Enligt studier har mörningsmetoden som tillämpas efter slakt också visat sig vara av betydelse för köttets mörhet och slutliga kvalité. Olika mörningskoncept tillämpas inom nötköttsbranschen för att uppnå kött- och charkföretagens rekommendation, minst sju dagars mörning. Då mörhet anses vara den viktigaste kvalitetsparametern har forskning i många år pågått för att förbättra denna egenskap hos kött. Våtmörning samt torrsmörning är två vanligt förekommande mörningsmetoder. Färskt kött möras för att höja köttets smaklighet av produkten. Under mörningsprocessen utvecklas smaker som ger kött dess unika smak. Beroende på vilken mörningsmetod som tillämpas visar studier dock skillnader i smakegenskaper hos kött (Laster *et al.*, 2008; Sitz *et al.*, 2006).

2.6.1 Våtmörning - vakuummörning

Vakuummörning är en typ av våtmörning (Parrish *et al.*, 1991) och är idag den vanligaste metoden för mörning av kött (Shay & Egan, 1987). Mörning i vakuum innebär att slaktkroppen styckas i mindre detaljer för att sedan paketeras i vakuumpåsar som lagras i kyla under en bestämd tid (Ahnström *et al.*, 2006). Hela muskler vakuummöras därmed under en bestämd mörningstid för att sedan konsumentstyckas och förpackas (Lagerstedt, 2011).

Vakuumpåsen är också ett vanligt förekommande förpackningsmaterial av färdiga styckningsdetaljer till konsument.

I vakuumpåsen möras kött i sin egen saft då ingen vätska eller gas kan diffundera genom påsen. Eftersom större detaljer vakuumpackas före finstyckning, möjliggör detta att mörningsprocessen fortskrider under leverans och lagring, vilket är vakuumpåsens fördel (Sitz *et al.*, 2005). Förpackningens syrefria miljö förlänger hållbarheten av produkten, då eventuella aeroba mikroorganismers tillväxt inhiberas (Shay & Egan, 1987; Pennacchia, 2011). Ett lågt pH samt en anaerob miljö tillåter mjölksyrabakterier att tillväxa, vilket kan ge vakuumförpackat kött en karakteristisk syrlig smak och lukt (Parrish *et al.*, 1991; Campbell *et al.*, 2001). Vakuumförpackningen är ett sämre alternativ om anaeroba mikroorganismer kontaminerat köttet innan, vid eller efter slakt. Kött är ett optimal tillväxtmedium med högt protein- och vatteninnehåll. Det låga pH-värdet reducerar dock normalt tillväxt av möjliga kontaminanter (Warriss, 2000; Adams & Moss, 2008).

Genom vakuummörning produceras ett mörkt och smakrikt kött. Mörning i vakuum ger ett högt utbyte då slaktkroppen styckas i mindre delar för att direkt vakuummöras, putssvinnet blir därmed lågt. För mörning i vakuum krävs mindre utrymme jämfört med hängmörning samtidigt som hantering vid lagring och transport underlättas (Parrish *et al.*, 1991). Köttvätskan i förpackningen sörjer för att köttets yta inte blir torr och hård, vilket ger ett lågt putssvinn.

På grund av vakuumförpackningens låga syrehalt får köttet en karakteristisk lilagra färg. Köttets röda (oxymyoglobin) färg övergår till en lilagra (deoxymyoglobin) färg vid syrfria förhållanden (Shay & Egan, 1987). Flertalet studier tyder på att den gråliga deoxymyoglobinfärgen samt synlig köttvätska i vakuumpåsen inte är tilltalande för konsumenten (Shay & Egan, 1987; Lagerstedt, 2011). I studien av Lagerstedt *et al.*, (2011) kom en sensorisk panel fram till att vakuummörat kött resulterade i ett mycket mörkt kött samt att köttet var mycket saftigt och hade god köttsmak.

2.6.2 Torrmörning - traditionell hängmörning

Hängmörning är en typ av torrmörning som innebär att kött möras som hel, halv eller parterad djurkropp utan något skydd (Smith *et al.*, 2008). Vanligt är också att endast biffstock, entrecôte och oxfilé hängmöras. Att hängmöra kött är en traditionell metod som blivit alltmer populär. Hängmörning anses mer exklusiv än våtmörning och är för många förknippat med hög köttkvalité.

Hängmörning är utrymmeskrävande samt att metoden ställer höga krav på hygien, temperatur, luftfuktighet och ventilation (Ahnström *et al.*, 2006; Sitz *et al.*, 2006). Eftersom köttet hänger oskyddat i kontakt med syre under lång tid (oftast minst 14 dagar) bör ovanstående parametrar beaktas noga för att kontrollera kontaminering och tillväxt av möjliga mikroorganismer (Tittor *et al.*, 2010).

Kött som hängmöras har enligt flertalet studier visat sig påverka smakutvecklingen positivt (Laster *et al.*, 2008). Bland annat Campbell *et al.* (2001) visar i sin studie att hängmörning under minst 14 dagar förhöjer köttsmaken samt ger ett saftigare och mörare kött. Under hängmörning utvecklas karakteristiska smaker och aromer som skiljer sig från de som utvecklas under vakuummörning. Smaken som utvecklas vid hängmörning är enligt studien annorlunda än den smak som utvecklas under vakuummörning. Vad som påverkar

mekanismen av den karakteristiska smakutvecklingen vid hängmörning är än så länge inte klarlagd enligt Campbell *et al.* (2001). I studien av Parrish *et al.* (1991) klargörs att hängmörat kött dock inte alltid framhäver förhöjda smakegenskaper. Hängmörat kött hängs under en relativt lång tid, vanligtvis mellan 14 och 21 dagar (Stenström, 2008). Att hängmörat kött i allmänhet upplevs mörare är troligen effekten av en lång mörningstid snarare än mörningsmetoden som sådan (www.svensktkott.se, 2011). Parrish *et al.* (1991) visar i sin studie att skillnader i mörhet mellan våt- och torrmörat kött dock är små. De som utnyttjar hängmörning anser att smak- och aromutveckling är det primära skälet till valet av mörningsmetod (Ahnström *et al.*, 2006).

Kött som hängmöras får en torr yta eftersom vätska på ytan avdunstar, vilket resulterar i viktförlust. Hinnan fungerar som en barriär mot kontaminering av mikroorganismer, men medför ett högt svinn vid styckning och putsning. Hängmörning ger jämfört med vakuummörning därmed ett lägre utbyte totalt (Oreskovich *et al.*, 1988; Parrish *et al.*, 1991). På grund av att köttets yta lättare kontamineras av mikroorganismer kan detta också innebära högre putssvinn.

Hängmörning är en kostsam mörningsmetod. Lång mörningstid, viktförlust samt putssvinn kompenseras med ett högre kilopris i butik (Sitz *et al.*, 2006). Hängmörat nötkött säljs också till högre pris på grund av köttets förhöjda smakegenskaper (Laster *et al.*, 2007). På grund av de höga kostnader som metoden medför, hängmöras framförallt djur av hög kvalitet. Hängmörat kött säljs till restauranger eller butiker som exempelvis saluhallar, där kött av god kvalitet förväntas saluföras. Kött som hängmöras anses därför vara en premiumprodukt (Laster *et al.*, 2008). Inom industrin är hängmörning sällsynt förekommande just på grund av de höga kostnaderna (Axelsson, 2009).

2.6.3 Torrmörning - Tublin mörningspåse

Hängmörning ställer höga krav på omgivningsfaktorer, som exempelvis luftfuktighet, temperatur och ventilation då köttet hänger oskyddat. Metoden är som tidigare nämnts också tidskrävande och kostsam. Vakuummörning innebär att köttet möras anaerobt i sin egen köttvätska, vilket kan bidra till en syrlig smak och lukt. För att kombinera det bästa av häng- och vakuummörning har en ny metod utvecklats men som ännu inte utnyttjas kommersiellt i Sverige. Relativt få studier är gjorda för att kunna bedöma metodens för- och nackdelar men resultatet av ett pågående forskningsprojekt på institutionen för livsmedelsvetenskap vid SLU i Uppsala förväntas ge svar på om metoden är ett alternativ till mörning av vissa detaljer i Sverige.

Tublin mörningspåse, Tub-Ex Tublin®, är utvecklad av ett danskt företag, Tub-Ex ApS. Påsen tillverkas av plast, är elastisk och mycket slitstark. Mörning i påsen sker av grovstyckade detaljer. Mörningspåsen tillåter vätska från köttet att diffundera ut, genom att plasten innehåller porer. Plasten är dock så tät att mikroorganismer hindras från att tränga in. Genom påsens porer har syre förmågan att tränga in vilket skapar en aerob miljö i mörningspåsen. Vid förslutning av mörningspåsen utnyttjas ett lätt vakuum för att få kontakt mellan köttet och påsen. (www.tub-ex, 2011). Påsen finns i olika storlekar, vilket gör att storleken på detaljer som ska möras kan variera.

Torrmörning av nötkött i tublin mörningspåse ställer inte lika höga krav på omgivningsfaktorer och lagringsutrymme som vid hängmörning (DeGeer *et al.*, 2009). Grovstyckade detaljer rekommenderas att möras liggande i påsen (som vid vakuummörning) mellan 14 och 28 dagar i kyl med god ventilation. Mörningspåsar bör ligga enskilt och inte på varandra för att uppnå bästa resultat. Under mörningstiden förlorar köttet omkring 10 % i vikt (Axelsson, 2009). Enligt www.tub-ex, (2011) bör köttet möras med fettsidan uppåt, för att uppnå en produkt med bra utseende ((Pers. medd., P. Schou, 2011).

Plasten utgör ett skydd för kontaminering av mikroorganismer under lagring. Påsen har en relativt låg syrehalt trots att plasten är genomsläpplig för syre. Miljön tillåter därmed mjölksyrabakterier, vilka enligt Ahnström *et al.* (2006) förekom i större antal hos kött som mörats i tublin mörningspåse jämfört med antalet hos kött som hängmörats, där köttet exonerats för syre konstant under mörningsperioden. Den torra yta som bildas vid torrmörning blir enligt Ahnström *et al.* (2006) tunnare jämfört med traditionell hängmörning, speciellt vid längre mörningstider. Detta resulterar i ett lägre putssvinn (3-5%) av kött mörat i tublin mörningspåse jämfört med hängmörat kött (www.tub-ex, 2011).

Hängmörning är enligt förespråkare förknippat med karakteristiska smaker och aromer. Ahnström *et al.* (2006) jämförde traditionellt hängmörat nötkött med nötkött mörat i tublin mörningspåse. Enligt studien utvecklas samma karakteristiska smaker vid mörning i tublin mörningspåse som vid traditionell hängmörning. DeGeer *et al.* (2009) gjorde en liknande studie som stödjer Ahnströms *et al.* (2006). Enligt studien av Ahnström *et al.* (2006) ansågs också kött som mörats i tublin mörningspåse i 21 dagar vara mörare och mer saftigt jämfört med det kött som hängmörats i 21 dagar. I en studie av Stenström (2008), föredrog en konsumentpanel ryggbiff som hängmörats eller mörats i Tublin mörningspåse framför vakuummörad biff. Däremot var det ingen skillnad mellan hängmörad biff och biff mörad i Tublin mörningspåse.

Tublin mörningspåse gör det möjligt att producera ett torrmörat kött med karakteristiska smaker och aromer som förknippas med hängmörat kött. Mörningspåsen utgör en skyddande

förpackning som minskar risken för kontaminering av mikroorganismer. På så vis minskar risken för ett högt putssvinn. Då påsen skyddar för mikrobiell kontaminering minskar också risken för dålig smak av produkten (Pers. medd., P. Schou, 2011). Påsen är enligt tillverkande företag inget slutligt förpackningsmaterial av kött som ska nå konsument, utan ett hjälpmedel i mörningsprocessen som förbättrar livsmedelssäkerheten och utbytet. Mörning i tublin minskar både köttsvinn och arbetskostnader genom reducerad putsning. Genom mörning på detta vis krävs något mindre dyra investeringar i kylanläggningar jämfört med hängmörning. Att torrmöra nötköttsdetaljer i tublin mörningspåse är enligt Ahnström *et al.* (2006) ett alternativ till traditionell torrmörning ur ekonomisk synvinkel.

3. Kartläggning av mörningsmetoder i praktiken

Småskaliga slakterier och styckningsanläggningar har ökat i antal de senaste åren. Det är dock ganska oklart hur köttets hantering ser ut efter slakt. Mörningsmetoderna som tillämpas varierar beroende på anläggning, vilket också bidrar till den svenska marknadens varierande nötköttskvalité. För att få fram ett kvalitetskött har intresset för traditionell hängmörning ökat, speciellt bland småskaliga producenter. Tillvägagångssättet vid tillämpning av hängmörning i Sverige ser olika ut på olika anläggningar.

3.1 Intervjuer av småskaliga slakterier/styckningsanläggningar

För att kartlägga vilka mörningsmetoder som tillämpas har intervjuer gjorts (enligt Bilaga1) med nio svenska småskaliga slakterier/styckningsanläggningar. Vid intervjuerna har intresset för mörning i Tublin mörningspåse också studerats och om denna metod skulle kunna utgöra ett alternativ till traditionell hängmörning. Se Tabell 1 för sammanställda resultat från intervjuerna.